

添加物對烘焙產品物化特性之影響

施明智

德育醫護管理專科學校

摘要

本研究之目的在以不同食鹽及蔗糖濃度與小麥麩皮量加入麵團中，探討其對烘焙產品之膨脹性及其他理化特性之影響。首先，以三種麵粉（高筋、中筋及低筋）加水揉成麵團，經壓片後加以烘烤。結果發現中筋麵粉之烘烤產品表面光滑且比容較小，易於觀察不同成分對產品膨脹性之影響。再以溫度不同之水（40，65及90°C）加入麵粉中製成麵團，結果發現，麵團糊化度（DG）隨水溫增加而上升，示差熱掃描分析（DSC）之結果亦顯示，尖峰溫度（Tp）隨溫度增加而增加。烘烤成品之比容（SV），水溶性碳水化合物（WSC），膨脹力（SP）亦隨水溫上升而有統計上顯著意義之增加。添加不同物質對烘烤成品之影響發現：蔗糖含量增加，則產品比容、膨脹力及糊化度降低，而水溶性碳水化合物增加；食鹽含量增加，則產品比容與膨脹力顯著增加，而糊化度與水溶性碳水化合物則顯著降低；添加小麥麩皮則發現，比容會降低，但水溶性碳水化合物、膨脹力、糊化度之改變則無規律，而膳食纖維含量亦無明顯之改變。

Abstract

The influence of dough expanded and other physicochemical properties by added different amounts of sugars, salts and wheat bran into dough was investigated. First, added water into three different wheat flours (high protein, medium protein and low protein wheat flour) and kneaded them to form dough, then pressed the dough and baked them. The result showed that the appearance of the medium protein wheat flour product was smoothest and its specific volume (SV) was lowest. When added different temperature waters (40, 65 and 90°C) into medium protein wheat flour to make dough, the result showed that the degree of gelatinization (DG) of the dough were increased when water temperature was ascended and the peak temperature (Tp) of the differential scanning calorimetry analyzed showed the same tendency. The effects of different amounts of additive were showed below: (1)The more sugar added (0% to 15%), the lower the specific volume (SV), swelling power (SP) and degree of gelatinization (DG) of the

baked product were, but the higher water soluble carbohydrate (WSC) of the baked product was. (2)The more salt added (0% to 15%), the higher SV, WSC and SP were, but the lower DG was. (3)The more wheat bran added (0% to 10%), the lower SV was, but the change of WSC, SP and DG were not regularly.

前 言

影響食品膨發之因素包括：(1)原料之特性：包括原料黏度、膨脹力 (swelling power)、彈性率，連續黏度圖 (amylograph) 之最高黏度 (peak viscosity)，(2)原料的調製條件：包括加水量，調製溫度，(3)加熱條件與方法：加熱溫度增加，則膨發率增加；但超過最適當溫度後，反而效果不佳，(4)蛋白質的添加：添加蛋白質會降低產品的膨發率⁽¹⁾，(5)油脂的存在，有助於成品之膨發⁽²⁾，(6)鹽、糖的添加：不論是澱粉質原料，米或玉米，鹽、糖的添加皆可增加成品之體積^(1,3,4)。

許多的文獻報告都提到食鹽有助於膨發，如 Murugesan 及 Bhattacharya⁽⁵⁾與 Chinnaswamy 及 Bhattacharya⁽³⁾，將米浸入食鹽水中，發現有助於稻穀 (Paddy) 及蒸穀米 (parboiled rice) 的膨發性；Hsieh 等^(6,7)將玉米粒浸於 2% 食鹽水中，發現有助於爆米花及擠壓產品之膨發性。Lin 及 Anatheswaran⁽⁴⁾亦有相似之結果。但提到鹽對膨發性的影響的機制者，僅 Hsieh⁽⁷⁾提到鹽可能提高熱傳及促進水的揮發，故可促進膨發。

至於蔗糖的添加對烘烤成品體積之影響有正面亦有負面的報告。Hsieh 等⁽⁶⁾發現蔗糖的添加有助擠壓產品之膨發，但其後之報告⁽⁷⁾卻發現糖無助於利用膨發槍製造膨發玉米的體積。甚至，Mizukokshi 等⁽⁸⁾發現添加糖時，反而蛋糕的體積減少。

本研究之目的在以不同食鹽及蔗糖濃度與小麥麩皮量加入麵團中，探討其對烘烤產品之膨發性及其他理化特性之影響。

材 料 與 方 法

一、實驗材料

麵粉係採用嘉新牌之高筋、中筋及低筋麵粉。小麥麩皮則為購自迪化街之紅麥麩皮。

二、實驗設計

1. 原料之決定試驗

以不同蛋白質含量之麵粉為原料 (高筋、中筋極低筋麵粉)，取 120g 加水 40g 後加以揉捻，以製成麵團。揉好之麵團以壓片機 (橋聲電機，台北) 壓成約 0.3cm 之薄片，再切成長 3cm，寬 1.5cm 之片狀物。利用傳統式電熱烤箱 (中和電機) 以 180°C 烘烤 13 分鐘至外表略焦黃。所得產品觀察其外觀並測定比容 (specific volume, SV)。

2. 水溫對產品之影響

以中筋麵粉 120g 加入不同溫度 (40, 65, 90°C) 之水 40g 後加以揉捻, 以製成麵團。揉好之麵團壓成薄片後以前述條件加以烘烤。所得產品分別測定比容, 水溶性碳水化合物(water soluble carbohydrate, WSC)及膨脹力(swelling power, SP)。同時以酵素法及示差熱掃描法分別測定未烘烤前麵團之糊化度(degree of gelatinization, DG)。每一樣品分別重複三次, 將測定值以 SAS 統計軟體作變異性分析(Analysis of variance, ANOVA)並以 Duncan 多變域法進行顯著差異性分析。

3. 不同比例蔗糖及食鹽對膨發特性之影響試驗

將不同重量之食鹽 (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 15%) 或蔗糖 (0%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 20%) 加入麵團中成 120g, 再加入 40°C 之水 40g, 經揉捻、壓片、切割、烘烤得成品。另外並以不加任何添加物之產品作為對照組。所得產品分別測定比容、水溶性碳水化合物、膨脹力及以酵素法測定糊化度。實驗利用完全隨機設計(CRD)⁽⁹⁾進行, 每一樣品重複三次, 將測定值以 SAS⁽¹⁰⁾統計軟體作變異性分析, 並以 Duncan 多變域法進行顯著差異性分析。

4. 膳食纖維之添加對烘烤成品物化性質之影響試驗

分別添加不同含量之小麥麩皮(0%, 1%, 5%, 10%)於麵粉中成 120g, 經調水(40°C 水 40g)成麵團後, 加以壓片、切割、烘烤得成品。所得產品分別測定比容、水溶性碳水化合物、膨脹力、糊化度及膳食纖維含量 (包括水溶性膳食纖維(Water soluble dietary fiber, SDF), 水不溶性膳食纖維(Insoluble dietary fiber, IDF)及總膳食纖維(Total dietary fiber, TDF))。實驗利用完全隨機設計進行, 每一樣品重複三次, 將測定值以 SAS 統計軟體作變異性分析, 並以 Duncan 多變域法進行顯著差異性分析。

三. 產品理化性質之測定

1. 膨脹力(SP)及水溶性碳水化合物(WSC)

以杉本等⁽¹¹⁾之方法修飾後測定。取樣品約 1g 置於離心管, 加入 35mL 之蒸餾水, 於 70°C 水浴下振盪 30min。取出後以離心機離心(3000g, 15min), 將上澄液倒入燒杯中, 以酚—硫酸(phenol-sulfuric acid)法⁽¹²⁾測定可溶性糖, 離心管則秤重以計算沈澱物重, 膨脹力之計算方式為:

$$SP(\text{g-gel/g-DM}) = \text{沈澱物重} / (\text{樣品重} - \text{可溶性糖})$$

水溶性碳水化合物係參考 Mercier⁽¹³⁾ 之方法, 取前述懸浮液 10mL, 經適當稀釋後以酚—硫酸法定量, 並以不同濃度葡萄糖所得之標準曲線換算後, 以下式計算:

$$WSC(\%, \text{DM}) = 100 \times \text{可溶性糖重}(\text{g}) / \text{樣品乾重}(\text{g})$$

2. 比容 (SV)

以油菜籽充填法(rapeseed method)測量。將所排出油菜籽重 (油菜籽滿重減去取出樣品後之油菜籽重), 由對照曲線以內插法換算成體積, 每一實驗測定三次, 取平均值。

則

$$SV (\text{ml/g-DM}) = \text{樣品之體積} / \text{樣品之乾重}$$

3. 糊化度

糊化度係採用貝沼等之 BAP 法測定⁽¹⁴⁾，其中，總糖以酚-硫酸法測定，還原糖以 Somogi-Nelson 法⁽¹⁵⁾定量。

$$\text{糊化度} (\%) = 100 \times ((A/B) / (A'/B'))$$

其中 A 及 A'： 樣品及完全糊化後樣品之還原糖量

B 及 B'： 樣品及完全糊化後樣品之總糖量

4. 示差熱掃描分析

以加入不同水溫之麵團為樣品，稱取 80 - 120 mg 之樣品放入不鏽鋼坩堝中 (No. 12732) 密封，以示差掃描熱分析儀 (DSC121, Setaram, 法國製) 分析。測試時以 5°C / min 之速度，從 30°C 加熱至 130°C 以測定糊化之各項溫度。測試時以空坩堝作為對照組。

5. 膳食纖維

膳食纖維係根據 Prosky 等⁽¹⁶⁾之方法測定。將約 1g 之樣品，經 α -amylase, protease, amyloglucosidase 分解後，在古氏坩堝上過濾並收集濾液。坩堝上之殘渣，於 105°C 乾燥至恆重後，於 550°C 下灰化後秤重。殘渣乾重扣除灰分即為水不溶性膳食纖維 (IDF) 含量。濾液以四倍體積並已預熱至 60°C 的 95% 酒精與之混合後放置一小時沈澱，在古氏坩堝上過濾，於 105°C 下乾燥，隔夜取出秤重，再放入 550°C 灰化爐中灰化後秤重。殘渣乾重扣除灰分及空白試驗即為水溶性膳食纖維 (SDF) 含量。水溶性膳食纖維 (SDF) 與水不溶性膳食纖維 (IDF) 之總和即為總膳食纖維 (TDF)。

結果與討論

一. 烘烤成品原料之決定

由表 1 之結果發現，成品之比容與麵粉原料蛋白質之高低間並無一定變化之趨勢。其結果反而以中筋麵粉之比容最小，低筋麵粉次之，高筋麵粉最高。而外觀方面，則中、高筋麵粉所得烘烤產品表面都很平滑，而低筋麵粉烘烤產品表面則有龜裂現象。此原因可能係麵團受熱膨脹時，由於低筋麵粉之筋度不夠，使麵團缺乏延展性，致表面龜裂而影響產品之外觀。由於低筋麵粉外觀不佳，而使用高筋麵粉則可能掩蓋添加物之效果，故選擇比容最小的中筋麵粉作為日後實驗之原料。

表 1. 不同筋度麵粉與製得之烘焙產品比容及外觀

Table 1. The specific volume and appearance of baked products made by different wheat flours.

Wheat flour	SV (g/ml)	Appearance
-------------	-----------	------------

Low protein	8.4	Chap
Medium protein	7.8	Smooth
High protein	8.9	Smooth

二·水溫對產品特性之影響

利用不同溫度之水(40, 65 及 90°C)加入中筋麵粉中, 製成麵團後, 麵團之糊化度及示差熱掃描之糊化起始(Onset, To)、尖峰(Peak, Tp)、終結溫度(Conclusion temperature, Tc)及熱焓(Enthalpy, ΔH)如表 2 所示。由結果顯示, 麵團之糊化度隨加入水溫之增加而有增加之趨勢, 示差熱掃描之結果顯示, 糊化尖峰溫度(Tp)有隨水溫增加而增加之趨勢, 而熱焓(ΔH)則隨著水溫增加而降低。綜合二者之結果, 發現當麵團之糊化度愈高時, 則示差熱掃描分析之尖峰溫度愈高, 此結果與文獻相彷彿。

表 2 中亦列出以不同水溫製得麵團後之烘烤成品的比容(SV), 水溶性碳水化合物(WSC)及膨脹力(SP)。由表 2 之結果知, 隨著水溫的增加, 產品之比容、水溶性碳水化合物及膨脹力都有統計上顯著增加之趨勢。此結果與施⁽¹⁸⁾以玉米及豆渣混合物利用雙軸擠壓機製成溼狀擠壓半成品, 再加以烘烤後測定烘烤成品之物化特性的結果相反。其原因可能為溼狀擠壓半成品由於必須在室溫下調溼隔夜再烘烤, 故半成品可能有老化現象; 而以新鮮麵團烘烤時, 無此影響因素存在。造成新鮮麵團糊化度愈大, 比容愈大之原因可能為當加水溫度愈高時, 雖然麵團糊化度增加, 但因麵團保有相當之水分, 在烘烤之初, 可保持足夠的彈性, 而將烘烤時所產生之水蒸氣包容在麵團中, 故而造成烘烤前糊化度愈大之原料, 其產品比容愈大。

由表 2 水溶性碳水化合物(WSC)及膨脹力(SP)之結果發現, 以 90°C 水溫(高於糊化溫度)處理之麵團, 其 WSC 及 SP 與水溫低於(40°C)或近似於(65°C)糊化溫度者有統計意義上顯著之不同。由於本研究擬探討不同濃度食鹽及蔗糖之添加對產品物化特性的影響, 不希望產品之比容太大, 以免干擾添加物造成之結果故其後之實驗以 40°C 之水溫為標準。

表 2·不同水溫處理之麵團與烘烤產品之物化特性*

Table 2·The physicochemical properties of dough treated by different temperature waters and the baked products·*

Treat temperature (°C)	Dough					Baked product		
	DG (%)	To**	Tp	Tc	ΔH	SV***	WSC	SP
40	---****	53.2	62.7	77.5	-1.8	10.0a#	9.3a	5.4a
65	14.8	54.7	63.9	81.4	-1.6	12.8b	9.4a	5.7a
90	24.5	54.3	64.4	82.2	-1.9	13.8c	10.1a	6.2b

* Each sample was analyzed with duplication·

** To : Onset temperature Tp : Peak temperature Tc : Conclusion temperature

H : J/g

*** SV : ml/g-DM WSC : g-gel/g-DM SP : g-gel/g-DM

**** No determined

三、不同比例蔗糖添加對烘烤產品物化特性之影響

表 3 為不同濃度蔗糖添加入麵團中，所得烘烤成品之各種理化特性。添加 20% 蔗糖由於加入後麵團太溼而無法整型及壓片，故利用此配方只能添加 15% 左右之蔗糖。由表 3 結果可看出，成品之比容(SV)隨蔗糖之增加而有統計上明顯降低之趨勢。水溶性碳水化合物(WSC)則由於蔗糖增加，而有明顯上升之趨勢。膨脹力(SP)之結果則發現，添加 15% 蔗糖之成品，其膨脹力有統計上明顯降低之趨勢，而較低濃度蔗糖之添加則與無添加者無統計上之差異。而糊化度(DG)亦有隨蔗糖之添加而有明顯降低之趨勢。

表 3 · 不同蔗糖添加量之烘烤成品的理化特性*

Table 3 · The physicochemical properties of baked product added by different amount of sugars · *

Sugar added (%)	SV (ml/ g-DM)	WSC (g-gel/ g-DM)	SP (g-gel/ g-DM)	DG (%)
0.0	11.5ab**	10.0c	6.2ab	77.5a
5.0	12.3a	14.0c	6.4a	68.9b
7.5	12.5a	19.3b	6.4a	66.1b
10.0	10.4b	20.0b	6.6a	63.2c
12.5	9.1c	24.7a	6.3ab	64.9c
15.0	7.9c	27.1a	6.0b	6.02c

* Each sample was analyzed with duplication ·

** Means within a column differ significantly (P<0.05) if letters differ ·

四、不同比例食鹽添加對烘烤產品物化特性之影響

表 4 為不同濃度食鹽添加入麵團中，所得烘烤成品之各種理化特性。由表 4 結果可看出，成品之比容(SV) 隨食鹽之增加而有統計上明顯增加之趨勢，即使是 5%，其比容便有顯著增加之趨勢，水溶性碳水化合物(WSC) 則亦隨著食鹽添加的增加，而有明顯上升之趨勢。膨脹力(SP)之結果則發現，添加 10% 以上食鹽之成品，其膨脹力與對照組有統計上明顯增加之趨勢，而較低濃度食鹽之添加則與無添加者無統計上之差異。而糊化度(DG)亦有隨食鹽之添加而降低之趨勢，

五、不同比例小麥麩皮添加對烘烤產品物化特性之影響

表 5 為不同比例小麥麩皮添加入麵團中，所得烘烤成品之各種理化特性。由表 5 結果可看出，小麥麩皮之添加會阻礙產品的膨脹性，故成品之比容(SV)隨小麥麩皮之增加而有統計上明顯降低之趨勢，即使是 1% 之小麥麩皮之添加，其比容亦與對照組有顯著

降低之趨勢。但水溶性碳水化合物(WSC)、膨脹力(SP)及糊化度(DG)的變化則無規律性。造成小麥麩皮增加膨脹性降低之原因，可能為小麥麩皮會阻礙麵筋(gluten)之連續性，而不易保留空泡所致。在膳食纖維方面，表 5 則發現水不溶性膳食纖維 (IDF) 及總膳食纖維 (TDF) 隨小麥麩皮添加量之增加而增加，並未因揉捻及烘烤而有明顯降低或明顯增加之趨勢。

表 4 · 不同鹽添加量之烘烤成品的理化特性*

Table 4 · The physicochemical properties of baked product added by different salts · *

Salt added (%)	SV (ml / g-DM)	WSC (g-gel/ g-DM)	SP (g-gel/ g-DM)	DG (%)
0.0	11.5cd **	10.0b	6.2b	77.5a
1.0	11.4d	13.0ab	6.2b	80.9a
2.0	11.4d	15.7ab	6.5b	72.9a
3.0	11.6abcd	14.5ab	6.2b	72.5a
4.0	11.6abcd	18.4ab	6.2b	73.2a
5.0	11.8ab	17.8ab	6.1b	73.4a
10.0	11.9a	18.9a	7.6a	62.9b
15.0	12.1a	16.3ab	7.4a	58.2c

* Each sample was analyzed with duplication

** Means within a column differ significantly ($p < 0.05$) if letters differ ·

表 5. 不同小麥麩皮添加量之烘烤成品的理化特性*

Table 5. The physicochemical properties of baked product added by different amount of wheat bran.*

Wheat bran added (%)	SV (ml/g-DM)	WSC (g-gel/gDM)	SP (g-gel/g-DM)	DG (%)	Dietary fiber	
					IDF(%)	TDF(%)
0.0	11.5a **	10.0ab	6.2c	77.5a	ND ***	ND
1.0	10.2b	11.4a	7.0a	79.1b	3.53a	7.30a
5.0	9.7b	8.4b	6.7b	77.2a	6.01b	9.82b
10.0	8.3c	8.8ab	6.6b	77.1a	9.22c	12.90c
Wheat bran	--	--	--	--	41.70	47.71

* Each sample was analyzed with duplication.

** Means within a column differ significantly ($p < 0.05$) if letters differ.

*** No determined.

參考文獻

1. 杉本勝之：澱粉膨化關係之研究。日食工誌 27:635 (1980)
2. Seguchi, M. and Matshki, J.: Studies on pan-cake baking. 2. Effect of lipids on pan-cake qualities. Cereal Chem. 54:918 (1977)
3. Chinnaswamy, R. and Bhattacharya, K.R.: Studies on expanded rice. Optimum processing conditions. J. Food Sci. 48:1604 (1983)
4. Lin, Y.E. and Anatheswaran, R.C.: Studies on popping of popcorn in a microwave oven. J. Food Sci. 53:17465 (1988)
5. Murugesan, G. and Bkattacharya, K.R.: Effect of some pretreatments on popping expansion of rice. J. Cereal Sci. 13:85 (1990)
6. Hsieh, F., Hu, L., Huff, H.E. and Peng, I.C.: effects of salt, sugar, and screw speed on processing and product variables of corn meal extruded with a twin- screw extruder. J. Food Sci. 55:224 (1990)
7. Hsieh, F., Hu, L., Peng, I.C. and Huff, H.E.: Pretreating dent corn grits for puffing in a rice cake machine. J. Food Sci. 55:1345 (1990)
8. Mizukoshi, M., Maeda, H. and Amano, H.: Model studies of cake baking> II. Expansion and heat set of cake batter during baking. Cereal Chem. 57:352 (1980)
9. Montgomery, D.C.: Design and analysis of experiment. 2nd. Ed., John Willey and Sons, New York. (1984)
10. SAS/STAT guide for personal computers. 6th Ed., SAS Institute Inc., Cary (1988)
11. 杉本勝之，高木正敏，後藤富士雄：澱粉膨化關係之研究。第三報。澱粉之物理化學的性質與膨化之關係。澱粉科學 26:231(1979)
12. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28:350 (1956)
13. Mercier, C.: Effect of extrusion- cooking on potato starch using a twin screw French extruder. Die Starke 29:48 (1977)
14. 貝沼圭二，松永曉子，板川正秀，曉林昭一：BAP 系用於澱粉之糊化度、老化度的新測定法。澱粉科學 28(4):235 (1981)
15. Nelson, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153:375 (1944)
16. Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T.P., DeVries, J.W. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Inter-laboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71:1017 (1988)

-
17. Holm, J., Bjorck, I. And Eliasson, A.: Effects of thermal processing of wheat starch: I. Physicochemical and functional properties. *J. Cereal Sci.* 8:249 (1988)
18. 施明智：食品擠壓技術應用於含豆渣烘焙產品之研究。台大食科所博士論文(1992)